

線路下横断工法におけるエレメント掘進方向の制御に関する実験的研究

JR 東日本 東京工事事務所 ○正会員 水石 舞衣子  
 JR 東日本 東京工事事務所 正会員 杉崎 向秀  
 鉄建建設株式会社 正会員 西村 知晃  
 株式会社 ジェイテック 正会員 鈴木 英之

1. はじめに

線路下横断工事における非開削工法の一つとして JES 工法がある。JES 工法は、地中に挿入するエレメントの軸直角方向に力を伝達可能な継手を有する鋼製エレメント (図-1) を用いることにより、路盤面下に非開削で矩形または円形などの構造物を構築することが出来る工法である<sup>1)</sup>。しかし、エレメント掘進の際、支障物を考慮し人力掘削となることが多いが、狭隘な刃口内での掘削作業や土砂搬出作業に多くの時間と労力を要している。また、エレメント掘進時に生じるピッチングやヨーイングへの対応など、掘進方向の修正についても多くの時間と労力を要しており、これらが工期等に大きく影響する課題となっている。

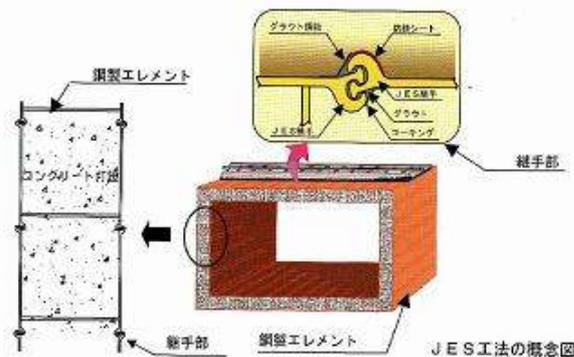


図-1 JES 工法の概念図<sup>1)</sup>

これに対し、エレメントの幅を2倍程度に拡幅(以下、広幅エレメントという)することによる掘削作業効率の向上<sup>2)</sup>や新たな土砂搬出装置を開発することにより土砂搬出の作業性向上<sup>3)</sup>などを行い、施工速度の向上を図ってきた。

今回、これらの課題および実績を踏まえ、エレメント掘進方向の制御方法に着目し、JES エレメントの掘進速度向上に関する研究を行った。

2. 研究概要

JES エレメントの掘進速度の低下に影響を与える要因の一つとして、エレメント掘進時に生じる蛇行、ヨーイング(左右方向の変位)やピッチング(上下方向の変位)、ローリング(回転方向の変位)に対する方向修正作業が挙げられる。従来の刃口とエレメントの接合構造は、添接板とボルトを介した剛構造となっていることから、蛇行により一旦掘進方向が変化してしまうとその方向を修正することは非常に困難であった。また、従来の方向修正作業は、目標とする掘進方向側の地山を人力にて少しずつ余掘りし、地山と刃口との間に方向転換できる空間を確保し、掘進時に反対側の地山を反力として、目標の掘進方向へ修正する作業を行っている。しかし、従来の方法では、積極的に方向転換を行うことが難しく、期待する修正効果を得られないのが現状であることから、非常に多くの時間と労力を要していた。

ここで、広幅エレメントを採用し人力にて掘進施工を行った過去の2件の実績を見てみる。

ローリングの指標については、表-1のように定義し、施工精度の評価を行った。結果を表-2に示す。施工実績の結果より、シングルエレメント、広幅エレメント共に推進(けん引)時にローリングが生じていることが分かった。

表-1 ローリング(エレメント左右高さの差)指標の定義<sup>2)</sup>

最大ローリング量(mm)	: 日々の推進後のローリング最大量	⇒ 日々のローリングの影響
トータルローリング量(mm)	: 日々のローリング変化量の総和	⇒ 復元コントロールに関わる指標
トータルローリング絶対量(mm)	: 日々のローリング変化量(絶対値)の総和	⇒ ローリングのしやすさに関わる指標

表-2 ローリング比較<sup>2)</sup>

	エレメント	エレメント幅 (mm)	最大ローリング量 (mm)	トータルローリング量 (mm)	トータルローリング絶対量 (mm)
A	シングル	920	6	-3	19
	広幅エレメント	2080	-11	-11	27
		2080	11	1	27
		2080	-21	2	48
		2080	-5	-1	15
B	広幅エレメント	2355	-7	4	38

このように、広幅エレメントの採用により掘削作業効率の向上は図れたが、施工実績より掘進方向に蛇行が生じるのは明らかである。これらのエレメント掘進時に生じる蛇行に対し、容易に方向修正を行うことができる対策を講じる必要がある。

**3. 開発概要及び実験概要**

本研究では、刃口とエレメント間に4本のジャッキを挿入し、ジャッキを調整することにより刃口の掘進方向を制御できる構造を考案した。これにより、刃口の掘進方向を制御可能なものとしたが、土中の余掘りのない状態では、ジャッキのみの刃口の方向制御は困難である。そこで、刃口先端のビットは、掘進時用替ビットと5mm厚い余掘り用替ビットの2種類を製作して取り換え可能なものとした。

次に、模擬地山掘進試験の概要を述べる。写真-2に示すように、推進ジャッキをエレメント後方2箇所に設置して、推進ジャッキを稼働させることで模擬地山内を掘進させ実験を行った。方向修正量の計測は、掘進開始前（初期値）、掘進時、掘進完了時に刃口前方、中、後方の3点についてトランシットとレベルによる目視計測を行った（図-2）。ここで、基準線に対し、右方向への変位を(+)、左方向への変位を(-)とする。始めに、余掘り用替ビットにて掘進を行い、刃口が方向転換できる空間を確保した後、掘進用替ビットに交換してジャッキを稼働させ、左方向へ刃口前方の方向制御を確認した。そして、刃口前方を左方向へ5mm曲げて固定し、掘進を行い、刃口の方向修正効果の確認を行った。

**4. 実験結果**

模擬地山掘進試験において、刃口内に装備した修正ジャッキ機能の確認を行った結果、方向制御できることを確認した。また、刃口先端ビットの取替えは、地山内においてもスムーズに行えることを確認した。刃口前方を左方向に曲げて掘進した模擬地山掘進試験の結果を図-3に示す。ここで、縦軸に推進距離(mm)、横軸に水平方向変位(mm)を示す。また、推進距離は前の測点で示す。1.2mから2.1mまで推進させた際に、刃口前方が左方向へ11mm推移した。目標とする掘進方向へ方向修正することができ、開発した方向修正機構の効果を確認することができた。

**参考文献**

- 1) 「鉄道 ACT 研究会」PR 対象工法一覧
- 2) 齊木美由紀他, 「線路下横断工法におけるエレメント広幅化による施工性の影響」, 第64回年次学術講演会 III-437
- 3) 遊座啓史他, 「線路下横断工事(J E S 工法)における連続排土装置の開発と試験について」, 土木学会第37回関東支部技術研究発表会 IV-6



写真-1 エレメント推進方向修正機構



写真-2 模擬地山掘進試験状況

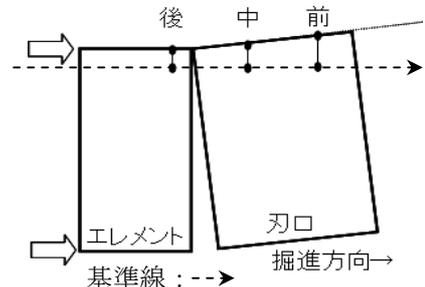


図-2 測定箇所および掘進時状況

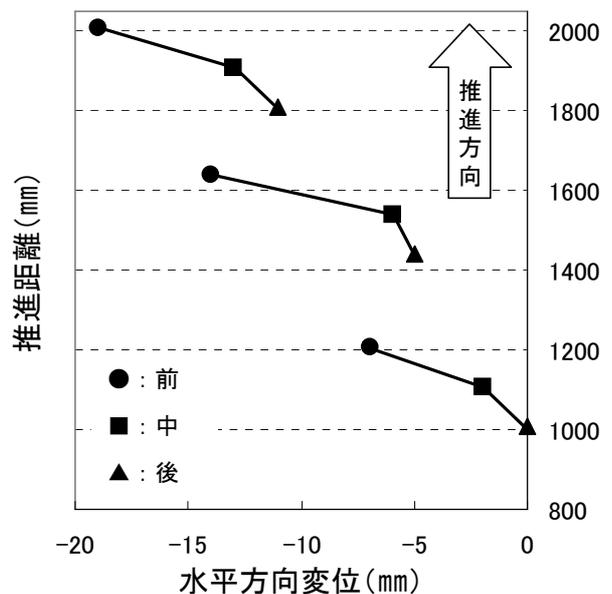


図-3 推進方向測量結果(左右)